

BAB VI

KOMPARASI HASIL SIMULASI

Bab ini memaparkan analisis komparatif mengenai kinerja pencahayaan alami antara kondisi fasad eksisting Gedung Prof. Dr. Satjipto Rahardjo, S.H., Fakultas Hukum Universitas Diponegoro, dengan tiga alternatif skenario redesain selubung bangunan, yaitu elemen peneduh kombinasi (*eggcrate*), sirip vertikal, dan sirip vertikal miring. Pengujian dan perbandingan kinerja ini dieksekusi secara kuantitatif melalui simulasi menggunakan perangkat lunak DIALux Evo 14 yang difokuskan pada tiga titik waktu operasional akademik (08.00, 12.00, dan 16.00 WIB). Evaluasi ditekankan pada metrik pemenuhan kenyamanan visual pengguna ruang—yang mencakup tingkat iluminansi (lux), persentase pemerataan distribusi cahaya, serta tingkat efektivitas reduksi silau (*glare*). Bab ini bertujuan untuk memvalidasi rumusan hipotesis sekaligus menentukan rekomendasi strategi desain pasif yang paling optimal dalam memecahkan masalah *over-illumination* agar berkesesuaian dengan Standar Nasional Indonesia 6197:2020 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan.

Tabel 6.1 di bawah ini merangkum perbandingan kinerja fasad eksisting dengan ketiga skenario redesain untuk memperlihatkan efektivitas masing-masing desain dalam merespon pencahayaan alami Gedung Prof. Dr. Satjipto Rahardjo, S.H., Fakultas Hukum Universitas Diponegoro. Pada **Tabel 6.1**, terdapat empat indikator penilaian hasil simulasi sebagai berikut.

1. Sangat Optimal : **350 lux – 500 lux**

Memenuhi standar mutlak minimum SNI 6197:2020 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, yaitu rentang 350-500 lux dengan pencahayaan difus yang merata.

2. Cukup Optimal : **150 lux – 350 lux** (Toleransi Bawah)
 Cahaya terdistribusi merata dan tidak menyilaukan, namun intensitasnya sedikit di bawah standar SNI 6197:2020 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, sehingga membutuhkan sedikit bantuan pencahayaan buatan (*hybrid lighting*).
500 lux – 1.000 lux (Toleransi Atas)
 Ruangan tergolong sangat terang dan mendekati batas silau, namun masih dapat ditoleransi oleh mata manusia tanpa harus menutup tirai.
3. Kurang Optimal : **50 lux – 150 lux** (*Underlit*)
 Cahaya alami sangat minim akibat terhalang sepenuhnya oleh elemen peneduh, memaksa penggunaan lampu di siang hari.
1.000 lux – 3.000 lux (*Overlit*)
 Munculnya penetrasi cahaya matahari langsung (garis cahaya dari celah *shading device*) yang menyebabkan silau parsial yang mengganggu fokus pada bidang kerja.
4. Gagal : **< 50 lux** (Gelap)
 Desain selubung bangunan gagal total karena memblokir seluruh cahaya langit, membuat ruangan sama gelapnya dengan malam hari saat jam operasional.
> 3.000 lux (Silau Ekstrem)
 Terjadi *over-illumination* parah akibat paparan cahaya matahari bersudut rendah yang masuk secara langsung. Kondisi ini memaksa pengguna menutup tirai penuh.

Tabel 6.1 Komparasi Hasil Simulasi

Waktu Evaluasi	Kondisi Eksisting	<i>Eggcrate</i>	Sirip Vertikal	Sirip Vertikal Miring
08.00	Gagal (Silau Ekstrem)	Sangat Optimal	Kurang Optimal	Kurang Optimal
	Seluruh area sisi timur mengalami <i>overlit</i> parah dengan intensitas ekstrem melampaui 5.000 lux. Cahaya matahari langsung masuk tanpa filter dan memicu silau absolut pada bidang kerja. Hasil simulasi pada Gambar 4.2, Gambar 4.3, dan Gambar 4.4.	Cahaya langsung berhasil diredam menjadi cahaya difus. Intensitas cahaya di dekat bukaan jendela turun menjadi 500 lux hingga maksimal 3.000 lux, lalu bergradasi secara halus ke area dalam ruangan pada rentang aman 100–300 lux. Sisi barat berada pada rentang stabil 50–200 lux. Hasil simulasi pada Gambar 5.2, Gambar 5.3, dan Gambar 5.4.	Luasan area <i>overlit</i> melampaui 5.000 lux berhasil dikurangi, namun bilah vertikal meloloskan sinar matahari bersudut rendah sehingga muncul pola garis cahaya tajam berintensitas 1.000–3.000 lux di dekat jendela. Sisi barat mengalami penurunan cahaya ke rentang 30–150 lux. Hasil simulasi pada Gambar 5.12, Gambar 5.13, dan Gambar 5.14.	Mampu meredam warna ekstrem dan mendominasi ruang dengan rentang 100–300 lux. Namun, rotasi bilah meloloskan cahaya yang membentuk pola garis diagonal tajam di lantai dengan nilai iluminansi sebesar 1.000–3.000 lux. Sisi barat turun ke angka 30–100 lux. Hasil simulasi pada Gambar 5.22, Gambar 5.23, dan Gambar 5.24.

Waktu Evaluasi	Kondisi Eksisting	<i>Eggcrate</i>	Sirip Vertikal	Sirip Vertikal Miring
12.00	Cukup Optimal	Cukup Optimal	Kurang Optimal	Kurang Optimal (<i>Overlit & Underlit</i>)
	Penetrasi pencahayaan alami dari langit difus bekerja dengan baik, mendistribusikan tingkat iluminansi secara homogen pada rentang 100–300 lux di area perimeter. Hasil simulasi pada Gambar 4.5 , Gambar 4.6 , dan Gambar 4.7 .	Terjadi sedikit reduksi akibat efek pembayangan parsial dari ketebalan bilah eksterior. Intensitas cahaya difus mengalami penurunan minor dari kondisi eksisting, namun tetap dipertahankan stabil dan memadai pada kisaran rentang nyaman 150–250 lux di seluruh ruangan. Hasil simulasi pada Gambar 5.5 , Gambar 5.6 , dan Gambar 5.7 .	Bilah vertikal bertindak sebagai penghalang fisik. Akibatnya, kualitas pencahayaan difus mengalami penurunan drastis hingga rentang <i>underlit</i> sebesar 50–150 lux, sehingga membuat ruangan menjadi terlalu redup di siang hari. Hasil simulasi pada Gambar 5.15 , Gambar 5.16 , dan Gambar 5.17 .	Mengalami efek <i>trade-off</i> ekstrem, asupan cahaya difus merosot tajam ke rentang 30–100 lux (<i>underlit</i>) karena bilah menghalangi langit. Namun di dekat jendela, ketiadaan peneduh atas meloloskan matahari bersudut tinggi sehingga memicu lonjakan silau dari 1.000 lux hingga menembus 3.000 lux. Hasil simulasi pada Gambar 5.25 , Gambar 5.26 , dan Gambar 5.27 .

Waktu Evaluasi	Kondisi Eksisting	<i>Eggcrate</i>	Sirip Vertikal	Sirip Vertikal Miring
16.00	Gagal (Silau Ekstrem)	Sangat Optimal	Gagal (Silau)	Kurang Optimal
	Fasad barat mengalami penetrasi cahaya matahari langsung yang sangat dalam, menciptakan hamparan intensitas ekstrem melampaui 3.000 hingga 5.000 lux. Hasil simulasi pada Gambar 4.8 , Gambar 4.9 , dan Gambar 4.10 .	Cahaya matahari sore bersudut rendah dipotong sepenuhnya. Luasan warna ekstrem (>3.000 lux) berhasil dieliminasi total menjadi rentang aman 100–750 lux, dengan titik maksimal hanya 1.000 lux tepat di bukaan jendela. Fasad timur mengalami dampak pembayangan statis di rentang bawah 30–100 lux. Hasil simulasi pada Gambar 5.8 , Gambar 5.9 , dan Gambar 5.10 .	Gagal memblokir penetrasi matahari sore. Sinar matahari masuk melalui celah antar-sirip menciptakan pola bergaris tajam berintensitas 1.000 lux hingga melampaui 3.000 lux. Area timur kehilangan akses cahaya dan merosot tajam ke angka 10–50 lux. Hasil simulasi pada Gambar 5.18 , Gambar 5.19 , dan Gambar 5.20 .	Sudut matahari sore yang rendah dan miring tetap meloloskan garis-garis cahaya silau berintensitas 1.000–3.000 lux ke dalam ruang akademik sisi barat, serta membuat sisi timur jatuh ke rentang gelap 10–50 lux. Hasil simulasi pada Gambar 5.28 , Gambar 5.29 , dan Gambar 5.30 .

Secara keseluruhan, hasil evaluasi komparatif menunjukkan bahwa ketiga alternatif redesain memberikan respons yang berbeda terhadap masalah pencahayaan alami di Gedung Prof. Dr. Satjipto Rahardjo, S.H. Fakultas Hukum Universitas Diponegoro. Kondisi fasad eksisting dipastikan gagal karena memicu silau ekstrem ($>3.000\text{--}5.000\text{ lux}$) di pagi dan sore hari. Penerapan sirip vertikal maupun sirip vertikal miring juga dinilai kurang optimal karena memiliki celah desain yang meloloskan garis-garis cahaya tajam ($1.000\text{--}3.000\text{ lux}$) ke bidang kerja, sekaligus membuat ruangan menjadi terlalu gelap (*underlit*) di siang hari.

Berdasarkan kegagalan tersebut, desain peneduh kombinasi (*eggcrate*) ditetapkan sebagai desain terpilih yang paling sesuai dengan tujuan penelitian. Konfigurasi silang pada *eggcrate* terbukti menjadi solusi arsitektur pasif yang mampu memotong cahaya matahari langsung secara konsisten di setiap waktu kritis, seraya mempertahankan asupan cahaya difus yang stabil dan merata pada rentang nyaman ($150\text{--}250\text{ lux}$). Dengan menerapkan desain terpilih ini, target penelitian untuk memulihkan kenyamanan visual ruang akademik sesuai SNI 6197 Tahun 2020 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan dapat terpenuhi secara terukur, sekaligus berhasil menghilangkan ketergantungan pengguna terhadap tirai dan lampu di siang hari.

Berdasarkan kalkulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB), total estimasi biaya implementasi desain ini mencapai Rp3.481.700.000. Meskipun nominal tersebut menuntut alokasi pengeluaran modal yang cukup signifikan di awal, implementasi fasad adaptif ini harus dipandang sebagai investasi jangka panjang. Kehadiran *eggcrate* bertindak sebagai strategi desain pasif permanen yang secara langsung akan memangkas biaya operasional gedung setiap bulannya, khususnya dalam menekan tagihan konsumsi listrik dari pengurangan beban pencahayaan buatan.